

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-004115

(43)Date of publication of application : 07.01.2000

(51)Int Cl.

H01Q 3/30

H01Q 21/06

(21)Application number : 11-105661

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
SHIBANO YOSHIZO

(22)Date of filing : 13.04.1999

(72)Inventor : IMAI KATSUYUKI
SHIBANO YOSHIZO

(30)Priority

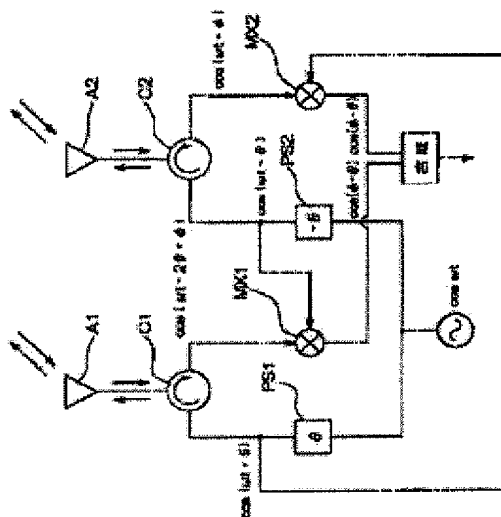
Priority number : 10101482 Priority date : 13.04.1998 Priority country : JP

(54) PHASED ARRAY ANTENNA USED IN COMMON TO TRANSMISSION AND RECEPTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To actualize a phased array antenna used in common to transmission and reception which has small loss and is inexpensive by decreasing the number of phase shifters.

SOLUTION: Circulators C1 and C2 are connected to element antennas A1 and A2 used in common to transmission and reception and the transmitting signal of an oscillator is divided and supplied to the circulators C1 and C2 through a phase shifter PS1 having a phase shift quantity θ and a phase shifter PS2 having a phase shift quantity $-\theta$. Received signals from the circulators C1 and C2 are inputted to a multiplexer through mixers MX1 and MX2, each of which, e.g. MX1 mixes the received signal from the circulator C1 where the mixer MX1 is connected and the output signal of the phase shifter PS2 connected to the other circulator C2 with each other.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-4115

(P2000-4115A)

(43) 公開日 平成12年1月7日(2000.1.7)

(51) Int.Cl.⁷H 0 1 Q 3/30
21/06

識別記号

F I

H 0 1 Q 3/30
21/06

フィールド(参考)

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-105661

(22) 出願日 平成11年4月13日(1999.4.13)

(31) 優先権主張番号 特願平10-101482

(32) 優先日 平成10年4月13日(1998.4.13)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71) 出願人 599041248

芝野 健三

大阪府豊能郡豊能町ときわ台3丁目5番の2

(72) 発明者 今井 克之

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(74) 代理人 100075155

弁理士 亀井 弘勝 (外2名)

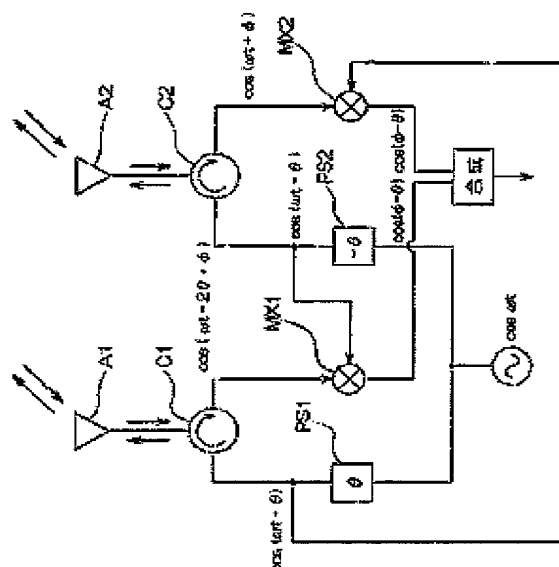
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 送受共用フェーズドアレイアンテナ

(57) 【要約】

【課題】 移相器の数を減らすことにより、損失の少ない安価な送受共用フェーズドアレイアンテナを実現する。

【解決手段】 2つの送受共用要素アンテナA1、A2にそれぞれサーキュレータC1、C2を接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が θ の移相器PS1及び移相量が $-\theta$ の移相器PS2を通して各サーキュレータC1、C2に供給し、各サーキュレータC1、C2からの受信信号をそれぞれ混合器MX1、MX2を通して合波器に入力し、各混合器、例えばMX1は当該混合器MX1が接続されているサーキュレータC1からの受信信号と、他のサーキュレータC2に接続されている移相器PS2の出力信号とを混合するものである。



(2)

特開2000-4115

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】2つの送受共用要素アンテナに、それぞれサーキュレータを接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が等しく符号が反対の移相器を通して各サーキュレータに供給し、各サーキュレータから出力される受信信号を、それぞれ第1、第2の混合器を通して合波して取り出す送受共用フェーズドアレイアンテナであって、

前記第1、第2の混合器は、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、他のサーキュレータに接続されている移相器の出力信号とを混合するものである送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項2】要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の第3、第4の移相器がそれぞれ挿入されている請求項1記載の送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項3】中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け

各サーキュレータと、第1、第2の移相器との間に、第2の発振器の出力信号と各移相器の出力信号とを混合する第3、第4の混合器をそれぞれ設けている請求項1記載の送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項4】4つの送受共用要素アンテナを四角形の対角点に配置して、それぞれサーキュレータを接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が等しい第1若しくは第2の移相器又は移相量が等しく符号が反対の第3若しくは第4の移相器を通して各サーキュレータに供給し、各サーキュレータから出力される受信信号を、それぞれ第1～第4の混合器を通して合波して取り出す送受共用フェーズドアレイアンテナであって、

前記第1～第4の混合器は、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、対角に接続されている位相量の符号の異なる移相器の出力信号とを混合するものである送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項5】要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の第5～第8の移相器がそれぞれ挿入されている請求項4記載の送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項6】中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け

各サーキュレータと、第1～第4の移相器との間に、第2の発振器の出力信号と各移相器の出力信号とを混合する第5～第8の混合器をそれぞれ設けている請求項4記載の送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項7】2つの送受共用要素アンテナに、それぞれサーキュレータを接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が等しく符号が反対の移相器を通して各サーキュレータに供給し、各サーキュレータから出力される受信信号を、それぞれ第1、第2の混合器を通して合波して取り出す送受共用フェーズドアレイアンテナであって、

て

前記第1、第2の混合器は、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、当該サーキュレータに接続されている移相器の出力信号とを混合するものであり、

前記各移相器は、送信時と受信時とで移相の符号を反転するように制御されるものである送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項8】要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の第3、第4の移相器がそれぞれ挿入されている請求項7記載の送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項9】中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け

各サーキュレータと、第1、第2の移相器との間に、第2の発振器の出力信号と各移相器の出力信号とを混合する第3、第4の混合器をそれぞれ設けている請求項7記載の送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項10】4つの送受共用要素アンテナを四角形の対角点に配置して、それぞれサーキュレータを接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が等しい第1若しくは第2の移相器又は移相量が等しく符号が反対の第3若しくは第4の移相器を通して各サーキュレータに供給し、各サーキュレータから出力される受信信号を、それぞれ第1～第4の混合器を通して合波して取り出す送受共用フェーズドアレイアンテナであって、

前記第1～第4の混合器は、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、当該サーキュレータに接続されている移相器の出力信号とを混合するものであり、

前記各移相器は、送信時と受信時とで移相の符号を反転するように制御されるものである送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項11】要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の第5～第8の移相器がそれぞれ挿入されている請求項10記載の送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【請求項12】中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け

各サーキュレータと、第1～第4の移相器との間に、第2の発振器の出力信号と各移相器の出力信号とを混合する第5～第8の混合器をそれぞれ設けている請求項10記載の送受共用フェーズドアレイアンテナ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、気象レーダ、路側ビーコンなどに使用され、指向性を切り換えることのできる、しかも要素アンテナが送信用と受信用を兼ねる送受共用フェーズドアレイアンテナに関するものである。

【0002】

(3)

特開2000-4115

3

4

【従来の技術】フェーズドアレイアンテナは、要素アンテナの給電信号の相対位相を変えることにより、指向性を制御することができるアンテナである。位相を変えるため、各要素アンテナに、所定の移相量を表現する移相器が挿入される。

【0003】図11は従来のフェーズドアレイアンテナの回路構成図である。各要素アンテナA1、A2は、それぞれサーキュレータC1、C2に接続され、サーキュレータC1は移相量が θ_1 の移相器PSa、PSbに接続され、サーキュレータC2は移相量が θ_2 の移相器PSc、PSdに接続されている。AMPは増幅器、OSCは発振器を表す。

【0004】前記の構成によれば、発振器OSCから出た高周波信号の位相は、各要素アンテナA1、A2から出る時点で $(\theta_1 - \theta_2)$ だけ差が生じるので、この位相差に相当する角度で電波が発射される。同じ方向から電波を受信したときは、逆に $(\theta_2 - \theta_1)$ の差が生じるので、移相器PSc、PSdにより、この位相差を吸収して、位相差のない状態にして、合波器により合成する。

【0005】なお、図11の構成では、アンテナ要素の数は、図示の都合上、A1、A2の2つだけ示されているが、2つ以上あってもよいことはもちろんである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】移相器を挿入すると、固有の損失を生じさせるという不利益がある。特に、要素アンテナを送受共用にすると、送信と受信で同じ移相器を2回通るため、損失はより大きくなる。また、移相器は単価が高いため、移相器の数が多くて全体としてコスト高になる。

【0007】そこで本発明では、移相器の数を減らすことにより、損失の少ない安価なフェーズドアレイアンテナを実現することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】(1) 本発明のフェーズドアレイアンテナは、2つの送受共用要素アンテナに、それぞれサーキュレータを接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が θ の移相器及び移相量が $-\theta$ の移相器を通して各サーキュレータに供給し、各サーキュレータからの受信信号を、それぞれ混合器を通して合波器に入力し、前記各混合器は、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、他のサーキュレータに接続されている移相器の出力信号とを混合するものである（請求項1）。

【0009】図1を参照しながら説明する。発振器から出る送信信号を $\cos \omega t$ で表す。発振器から出た送信信号 $\cos \omega t$ は、移相量が θ の移相器PS1を通れば $\cos(\omega t + \theta)$ となり、移相量が $-\theta$ の移相器PS2を通れば $\cos(\omega t - \theta)$ となる。したがって、各要素アンテナA1、A2から出る時点で θ の差が生じるので、

の位相差に相当する角度で電波が発射される。同じ方向から電波を受信したときは、受信信号は、混合器MX2に入る方を $\cos(\omega t + \phi)$ （ ϕ は定数）とすれば、混合器MX1に入る方は $\cos(\omega t - 2\theta + \phi)$ となっている。

【0010】そこで、混合器MX1において、 $\cos(\omega t - 2\theta + \phi)$ と、他方の移相器PS2を通った信号 $\cos(\omega t - \theta)$ とを混合（乗算）すると、 $\cos(-\theta + \phi)$ の信号が現れる。また、混合器MX2において、 $\cos(\omega t + \phi)$ と、他方の移相器PS1を通った信号 $\cos(\omega t + \theta)$ とを混合（乗算）すると、 $\cos(-\theta + \phi)$ の信号が現れる。したがって、混合器MX1と混合器MX2に、検波された同一の信号が入ることになり、簡単に合成することができる。

【0011】このような構成により、移相器の数を半減することができる。混合器が必要となるが、移相器より安価な部品である。

(2) 請求項1記載の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量の符号が反対の移相器をそれぞれ挿入してもよい（請求項2）。

【0012】図2を参照しながら説明すると、要素アンテナA1とサーキュレータC1の間に移相量が θ_2 の移相器PS3が挿入され、要素アンテナA2とサーキュレータC2の間に移相量が $-\theta_2$ の移相器PS4が挿入されている。発振器から出る送信信号を $\cos \omega t$ で表す。発振器から出た送信信号 $\cos \omega t$ は、移相量が θ_1 の移相器PS1を通れば $\cos(\omega t + \theta_1)$ となり、さらに移相器PS3を通れば $\cos(\omega t + \theta_1 + \theta_2)$ となる。 $\cos \omega t$ は、移相量が $-\theta_1$ の移相器PS2を通れば $\cos(\omega t - \theta_1)$ となり、さらに移相器PS4を通れば $\cos(\omega t - \theta_1 - \theta_2)$ となる。これらの信号は、したがって、各要素アンテナA1、A2から出る時点で $2(\theta_1 + \theta_2)$ の差が生じるので、この位相差に相当する角度で電波が発射される。同じ方向から電波を受信したときは、要素アンテナA1が受信した受信信号は、移相器PS3を通れば $\cos(\omega t - \theta + \phi)$ となり、要素アンテナA2が受信した受信信号は、移相器PS4を通れば $\cos(\omega t + \theta_1 + \phi)$ となる。

【0013】そこで、混合器MX1において、 $\cos(\omega t - \theta_1 + \phi)$ と、他方の移相器PS2を通った信号 $\cos(\omega t - \theta_1)$ とを混合（乗算）すると、 $\cos(\phi)$ の信号が現れる。また、混合器MX2において、 $\cos(\omega t + \theta_1 + \phi)$ と、他方の移相器PS1を通った信号 $\cos(\omega t + \theta_1)$ とを混合（乗算）すると、 $\cos(\phi)$ の信号が現れる。したがって、混合器MX1と混合器MX2に、検波された同一の信号が入ることになり、簡単に合成することができる。

【0014】以上のように、この構成は、図1の構成と比べて、移相器を2つの移相器で分担しているところが

5

(3) 請求項1記載のフェーズドアレイアンテナにおいて、中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器をさらに設け、各サーキュレータと、第1、第2の移相器との間に、第2の発振器の出力信号と各移相器の出力信号とを混合する第3、第4の混合器をそれぞれ設けてもよい(請求項3)。

【0015】この送受共用フェーズドアレイアンテナの原理を図3を参照しながら説明する。発振器から出る送信信号を $\cos \omega_1 t$ で表わす。発振器から出た送信信号 $\cos \omega_1 t$ は、移相量が θ_1 の移相器PS1及び第3の混合器(MX3)を通れば $\cos(\omega_1 t + \omega_2 t + \theta_1)$ となり、移相量が $-\theta_1$ の移相器PS2及び第4の混合器(MX4)を通れば $\cos(\omega_1 t + \omega_2 t - \theta_1)$ となる。したがって、各要素アンテナA1、A2から出る時点で $2(\theta_1 + \theta_2)$ の差が生じるので、この位相差に相当する角度で電波が発射される。同じ方向から電波を受信したときは、受信信号は、混合器MX2に入る方を $\cos(\omega_1 t + \omega_2 t + \theta_1 + \phi)$ (ϕ は定数)とすれば、混合器MX1に入る方は $\cos(\omega_1 t + \omega_2 t - \theta_1 + \phi)$ となっている。

【0016】そこで、混合器MX1において、 $\cos(\omega_1 t + \omega_2 t - \theta_1 + \phi)$ と、移相器PS2を通った信号 $\cos(\omega_1 t - \theta_1)$ とを混合(乗算)すると、 $\cos(\omega_2 t + \phi)$ の信号が現れる。また、混合器MX2において、 $\cos(\omega_1 t + \omega_2 t - \theta_1 + \phi)$ と、他方の移相器PS1を通った信号 $\cos(\omega_1 t + \theta_1)$ とを混合(乗算)すると、 $\cos(\omega_2 t + \phi)$ の信号が現れる。したがって、混合器MX1と混合器MX2に、中間周波数 ω_2 の信号が入ることになり、簡単に合成して、中間周波信号を得ることができる。

【0017】以上のように、この構成では、中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器が用意されていて、合成後に、(ベースバンドの信号でなく)取り扱いの便利な中間周波信号が得られる。

(4) 本発明のフェーズドアレイアンテナは、4つの送受共用要素アンテナを四角形の対角点に配置して、それぞれサーキュレータを接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が θ の第1若しくは第2の移相器又は移相量が $-\theta$ の第3若しくは第4の移相器を通して各サーキュレータに供給し、各サーキュレータから出力される受信信号を、それぞれ第1、第4の混合器を通して合波して取り出す送受共用フェーズドアレイアンテナであって、前記第1、第4の混合器は、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、対角に接続されている位相量の符号の異なる移相器の出力信号とを混合するものである(請求項4)。

【0018】この発明の送受共用フェーズドアレイアンテナは、図4に示すとおり、送受共用要素アンテナ数を請求項1記載の2つから4つに拡張したものである。したがって、図4は、(4)で説明したのと全く同様に説明

(4)

特開2000-4115

6

できる。「対角に接続されている位相量の符号の異なる移相器」という意味は、例えば、図4の混合器MX1に注目すると、対角上の移相器PS4という意味である。

【0019】本構成を採用することにより請求項1～3記載のように2次元のビーム制御にとどまらず、3次元例えば天頂、東西南北にビームを振ることが可能になる。

(5) 請求項4記載の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の第5、第8の移相器をそれぞれ挿入してもよい(請求項5)。

【0020】この送受共用フェーズドアレイアンテナは、図5に示すとおり構成を有し、図4の構成と比べて、要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の移相器PS5～PS8を挿入しているところが違っている。この送受共用フェーズドアレイアンテナの原理は、(2)で説明したのと全く同様に説明できるので、説明を省略する。

【0021】(6) 請求項4記載の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け、各サーキュレータと、第1～第4の移相器との間に、第2の発振器の出力信号と各移相器の出力信号とを混合する第5～第8の混合器をそれぞれ設けてもよい(請求項6)。この構成では、中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器が用意されていて、合成後に、取り扱いの便利な中間周波信号が得られる。

【0022】(7) 本発明のフェーズドアレイアンテナは、2つの送受共用要素アンテナに、それぞれサーキュレータを接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が等しく符号が反対の移相器を通して各サーキュレータに供給し、各サーキュレータから出力される受信信号を、それぞれ第1、第2の混合器を通して合波して取り出す送受共用フェーズドアレイアンテナであって、前記第1、第2の混合器は、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、当該サーキュレータに接続されている移相器の出力信号とを混合するものであり、前記各移相器は、送信時と受信時とで移相の符号を反転するように制御されるものである(請求項7)。

【0023】図12および図13を参照しながら説明する。発振器から出る送信信号を $\cos \omega t$ で表わす。発振器から出た送信信号 $\cos \omega t$ は、移相量が θ の移相器PS1を通り $\cos(\omega t + \theta)$ となり、移相量が $-\theta$ の移相器PS2を通り $\cos(\omega t - \theta)$ となる。したがって、各要素アンテナA1、A2から出る時点で 2θ の差が生じるので、この位相差に相当する角度で電波が発射される。同じ方向から電波を受信したときは、受信信号は、混合器MX2に入る方を $\cos(\omega t + \phi)$ (ϕ は定数)とすれば、混合器MX1に入る方は $\cos(\omega t - 2\theta + \phi)$ となる。したがって、

(5)

特開2000-4115

7

8

【0024】ここで、前記移相器PS1、PS2は、送信時と受信時とで移相の符号を反転するように制御される。したがって、受信時には、移相器PS1の移相量は、反転して $-\theta$ となり、移相器PS2の移相量は、反転して θ となる。図13は、移相器PS1の移相反転の様子を図示したもので、送信周期を τ_s で表し、送信受信を合わせたパルス繰り返し周期を τ_{rep} (IPP: Inter-Pulse Period)で表している。送信周期 τ_s においては、移相器PS1の移相量は θ であるが、受信周期 $(\tau_{\text{rep}} - \tau_s)$ においては、移相器PS1の移相量は $-\theta$ に反転している。移相器PS2の移相量はこれとは逆の振る舞いをする。

【0025】そこで、受信時に、混合器MX1において、 $\cos(\omega t - 2\theta + \phi)$ と、当該移相器PS1を通った信号 $\cos(\omega t - \theta)$ とを混合(乗算)すると、 $\cos(-\theta + \phi)$ の信号が現れる。また、混合器MX2において、 $\cos(\omega t + \phi)$ と、他方の移相器PS1を通った信号 $\cos(\omega t + \theta)$ とを混合(乗算)すると、 $\cos(-\theta + \phi)$ の信号が現れる。したがって、混合器MX1と混合器MX2に、検波された同一の信号が入ることになり、簡単に合成することができる。

【0026】このような構成により、請求項1記載の構成と比べると、2つの送受共用要素アンテナA1、A2の間で、移相器から混合器へケーブルのたすき掛けが不要になる。したがって、アンテナが大きくなった場合、ケーブル長に起因する損失を減らすことができ、また、アンテナ自体の構成も簡単になる。

(8) 請求項7記載の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、前記要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の第3、第4の移相器がそれぞれ挿入されていてもよい(請求項8)。

【0027】このフェーズドアレイアンテナの構成を図14に示す。動作原理は、図2を用いて説明したのと同様である。

(9) 請求項7記載の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け、各サーキュレータと、第1、第2の移相器との間に、第2の発振器の出力信号と各移相器の出力信号とを混合する第3、第4の混合器をそれぞれ設けていてもよい(請求項9)。

【0028】このフェーズドアレイアンテナの構成を図15に示す。動作原理は、図3を用いて説明したのと同様である。

(10) 本発明のフェーズドアレイアンテナは、4つの送受共用要素アンテナを四角形の対角点に配置して、それぞれサーキュレータを接続し、発振器の送信信号を分割して、移相量が等しい第1若しくは第2の移相器又は移相量が等しく符号が反対の第3若しくは第4の移相器を通して各サーキュレータに供給し、各サーキュレータから出力される受信信号を、それぞれ第1、第4の混合器を

通して合流して取り出す送受共用フェーズドアレイアンテナであって、前記第1～第4の混合器は、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、当該サーキュレータに接続されている移相器の出力信号とを混合するものであり、前記各移相器は、送信時と受信時とで移相の符号を反転するように制御されるものである(請求項10)。

【0029】この発明の送受共用フェーズドアレイアンテナは、図16に示すとおりであり、図12の送受共用要素アンテナ数を4つに拡張したものである。したがって、原理は、(7)で説明したのと全く同様に説明できる。本構成を採用することにより請求項7～9記載のように2次元のビーム制御にとどまらず、3次元例えば天頂・東西南北にビームを振ることが可能になる。

【0030】(11)請求項10記載の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の第5～第8の移相器がそれぞれ挿入されていてもよい(請求項11)。この発明の構成は、図14のフェーズドアレイアンテナの構成における送受共用要素アンテナ数を2つから4つに拡張したものとなる。

【0031】(12)請求項10記載の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け、各サーキュレータと、第1～第4の移相器との間に、第2の発振器の出力信号と各移相器の出力信号とを混合する第5～第8の混合器をそれぞれ設けてもよい(請求項11)。この発明の構成は、図15のフェーズドアレイアンテナの構成における送受共用要素アンテナ数を2つから4つに拡張したものとなる。

【0032】なお、本発明は、以上に図示した構成に限られるものではなく、例えば、各国において適宜の位置に増幅器などを挿入することも可能である。

【0033】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、添付図面を参照しながら詳細に説明する。以下の実施形態では、本発明の要素アンテナ数が4の送受共用フェーズドアレイアンテナを、公知の位相切替マップに適用して、指向性を非連続的に多方向に切り替えることのできるアンテナシステムを実現している。

【0034】要素アンテナ数が4の送受共用フェーズドアレイアンテナを4つ用いたシステムを説明する。要素アンテナ数は合計16個となる。図6は、16個の要素アンテナa～pを等間隔かつ正方形状に配列した状態を示す図である。要素アンテナは、どのような形状・大きさ・偏波、指向性のアンテナでもよく、例えば正方形の反射板の上に立設されたダイポールアンテナでもよく、正方形板に形成されたプリントアンテナやスロットアンテナであってもよい。その他、円偏波のスプライラルアンテナのようになってもよい。

【0035】－第1の実施形態－

図7は、アンテナシステムの接続図を示す。各要素アンテナa～pに、移相量 θ 、 $-\theta$ の切替ができる移相器PSa～PSpをそれぞれ挿入し、4つずつまとめてサーキュレータCA～CDに接続している。また、発振器2の送信信号を分割して、移相量が 2θ 、 -2θ の切替ができる移相器PSA～PSDを通して各サーキュレータCA～CDに供給し、各サーキュレータCA～CDからの受信信号をそれぞれ混合器MXA～MXDを通してまとめて取り出している。

【0036】ここで移相器は、どんな種類のものであってもよく、例えばフェライトを用いたラッチングフェライト移相器やPINダイオードやFETのような半導体を用いた移相器でもよい。また、混合器は、ショットキダイオードを用いたダブルバランスミキサーが一般的だが、どんな種類のものであってもよい。サーキュレータはフェライトを用いているが、この他にPINダイオードで構成した送受切替器でもよい。

【0037】前記各混合器MXA～MXDは、当該混合器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、その対角位置にある移相器の出力信号とを混合するものである（対角位置の意味については後述）。制御装置1は、移相器が位相をシフトさせるのに必要な4種類の制御信号A～Dを出力するものである。

【0038】なお、制御装置1による信号の切替方法としては、任意のものを採用でき、例えば、マイクロコンピュータで所定のコード信号を発生してもよく、スイッチ群を設けて信号をオンオフ制御してもよい。また、*

(5)

特開2000-4115

19

*切替の方法は、手動でも自動でもよく、自動的に行えば指向性が自動的に切り替わるフェーストアレイアンテナが得られる。また、目標物から得られる信号の方向に合わせてることにより、自動追尾とすることもできる。

【0039】図8は、各要素アンテナa～pのうち、縦横隣接する4つの要素アンテナを要素アンテナ群とした図であり、図9は、縦横隣接する4つの要素アンテナ群を1つの最上層要素アンテナ群とした図である。図8において、左上、右上、左下、右下という要素アンテナの相対的な位置に対応付けて、移相器PSa～PSpに対する4つの制御内容A、B、C、Dに区分している。また図9において、左上、右上、左下、右下という要素アンテナ群の相対的な位置に対応付けて移相器PSA～PSDに対する4つの制御内容A、B、C、Dに区分している（同一符号は同一の制御内容となる）。図9において、左上に対する右下が「対角位置」となり、右上に対する左下が「対角位置」となる。

【0040】制御内容A～Dは、具体的には、表1に示したものを採用する。表1で、上段の北、南、東、西、UPは、それぞれ北、南、東、西、頂上向きの指向性を表し、符号「1」は位相遅れ状態（移相器PSa～PSpについては θ 、移相器PSA～PSDについては 2θ ）を意味し、符号「-1」は位相進み状態（移相器PSa～PSpについては $-\theta$ 、移相器PSA～PSDについては -2θ ）を表わす。なお、頂上に指向性を向けるには、すべての移相器を同一位相（1又は-1）とする。

【0041】

【表1】

	北	南	東	西	UP
A	1	-1	-1	1	1(-1)
B	1	-1	1	-1	1(-1)
C	-1	1	-1	1	1(-1)
D	-1	1	1	-1	1(-1)

1：遅れ、-1：進み

【0042】表1のような位相切替方法については、同一発明者が特許出願しており（特願平9-12738号）また出願人は、この位相切替方法を採用した製品を販売している（住友電気工業株式会社製、BLEーダ型番SOE-94004）。例えば、北方向に指向性を向けるには、要素アンテナのうち、最も北側に並ぶ要素アンテナa、b、e、fの位相を最も遅らせ、そこから最も南側の列に並ぶ要素アンテナh、i、o、pに向かって順次等間隔に位相の遅れを少なくしていけばよく、このために種類Cの移相器PSC、PSc、PSq、PSk、PSoと種類Dの移相器PSD、PSd、PSh、PSl、PSpとを位相進み状態（移相器PSC、PSDは位相が 2θ 進み、移相器PSc、PSd、PSq、PSk、PSl、PSo、PSpは位相が θ 進み状態）とし、移相器PSaと移相器PSbとを位相遅れ、移相器PSc、PSe、PSf、PSg、PSi、PSm、PSnは位相が θ 遅れる状態）とすればよい、こうすれば、図10に示すように、北側の要素アンテナa、b、e、fの位相は 3θ 遅れ、その次の列の要素アンテナc、d、g、hの位相は 2θ 遅れ、その次の列の要素アンテナi、j、m、nの位相は θ 遅れ、南側の要素アンテナk、l、o、pの位相は遅れがなく、北向きの指向性が実現する。

【0043】以上のように、本発明の送受共用フェーストアレイアンテナを、公知の位相切替方法に適用すれば、指向性を非連続的に多方向に切り換えることができる。－第2の実施形態－図17は、第2の実施形態に係るアンテナシステムの接続図を示す。図7のアンテナシステムとの相違は、混合器MXA～MXDに、当該混

(7)

特開2000-4115

11

12

台器が接続されているサーキュレータからの受信信号と、当該サーキュレータに接続されている移相器の出力信号とを混合するものであることと、移相器PSA～PSDに対する制御内容A'、B'、C'、D'を、移相器PSa～PSpに対する制御内容A、B、C、Dと区別していることである。

【0044】すなわち、A、B、C、Dは、表1を用いて説明したのと同じような変化をさせる。これにより、アンテナシステムの指向性を変化させるとができる。ところが、制御内容A'、B'、C'、D'は、送信の周

*期と受信の周期とで符号を反転させている。表2は、制御内容A'、B'、C'、D'の変化の様子を例示したもので、例えば北向きの指向性をとるときは、送信時にはA'、B'、C'、D'はそれぞれA、B、C、Dと同様、「1」「1」「-1」「-1」の符号をとるが、受信時には反転させて「-1」「-1」「1」「1」とする。一方、A、B、C、Dは、送信時受信時ともに不変とする。

【0045】

【表2】

	北	南	東	西
A'	1→-1	-1→1	-1→1	1→-1
B'	1→-1	-1→1	1→-1	-1→1
C'	-1→1	1→-1	-1→1	1→-1
D'	-1→1	1→-1	1→-1	-1→1
A	1	-1	-1	1
B	1	-1	1	-1
C	-1	1	-1	1
D	-1	1	1	-1

【0046】以上のような位相の反転は、例えば移相器PSA～PSDにPINダイオードを使用している場合、PINダイオードに対する制御信号をHighとLowとで変化させることで簡単に実現することができる。このような図17の構成および位相の反転制御を採用することにより、指向性を多方向に切り替えることができるとともに、各混台器MXA～MXDに入るケーブルの長さを短くできるので、信号のロスを軽減し、アンテナシステム

【0047】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、混合器を使用することによって、移相器の数を減らした送受共用フェーズドアレイアンテナを実現することができる。特に、請求項7から請求項12までの発明によれば、送受共用要素アンテナの間で、移相器から混合器へケーブルのたすき掛けが不要になる。したがって、アンテナが大きくなった場合、ケーブル長に起因する損失を減らすことができ、また、アンテナ自体の構成も簡単になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】2つの送受共用要素アンテナを配置した本発明の送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。

【図2】図1の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量の符号が反対の移相器をそれぞれ挿入した送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。

【図3】中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け、合成後に中間周波信号が得られる送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。

【図4】4つの送受共用要素アンテナを四角形の対角点に配置した送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。図において、①～④等は、線が繋がっていることを示す。

【図5】図4の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、要素アンテナとサーキュレータとの間に、互いに移相量が等しく符号が反対の移相器をそれぞれ挿入した送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。

【図6】16個の要素アンテナa～pを等間隔かつ正方形形状に配列した状態を示す図である。

【図7】本発明の実施形態に係るアンテナシステムの接続図を示す。

【図8】各要素アンテナa～pのうち、縦横隣接する4つの要素アンテナを要素アンテナ群とした図である。

【図9】縦横隣接する4つの要素アンテナ群を1つの最上層要素アンテナ群とした図である。

【図10】北向きの指向性を実現するための、各要素アンテナの位相状態を説明する図である。

【図11】従来のフェーズドアレイアンテナの回路構成図である。

【図12】2つの送受共用要素アンテナを配置し、送信時と受信時とで移相器の符号を反転するようにした本発明の送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。

【図13】送信時と受信時とで移相器の符号を反転する様子を図示したグラフである。

【図14】図12の送受共用フェーズドアレイアンテナにおいて、要素アンテナとサーキュレータとの間に、互

(8)

特開 2000-4115

13

14

いに移相量の符号が反対の移相器をそれぞれ挿入した送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。

【図15】中間周波数に相当する周波数の信号を出力する第2の発振器を設け、合成後に中間周波信号が得られる送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。

【図16】4つの送受共用素子アンテナを四角形の対角点に配置し、送信時と受信時とで移相器の符号を反転するようにした送受共用フェーズドアレイアンテナを示す図である。

*

*【図17】本発明の第2の実施形態に係るアンテナシステムの接続図である。

【符号の説明】

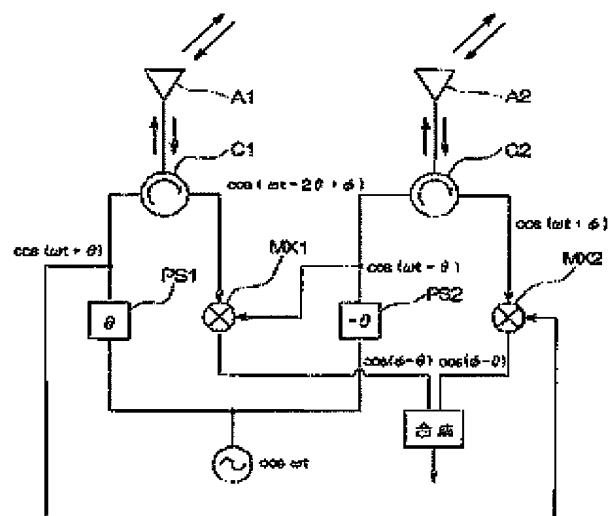
A アンテナ

C サーキュレータ

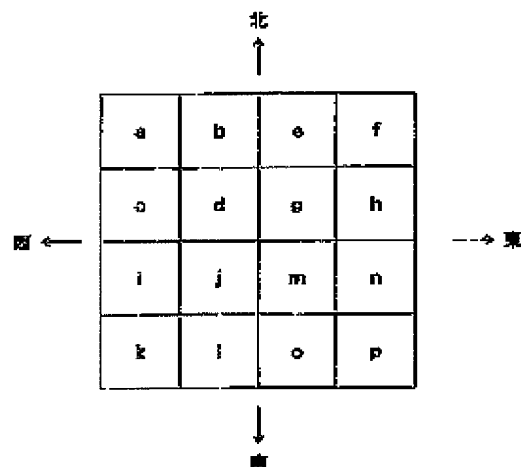
MX 混合器

PS 移相器

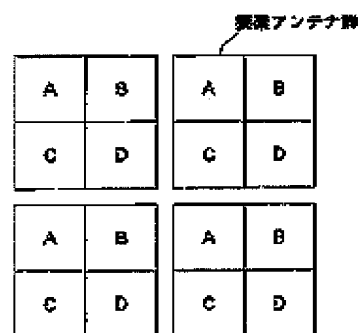
【図1】



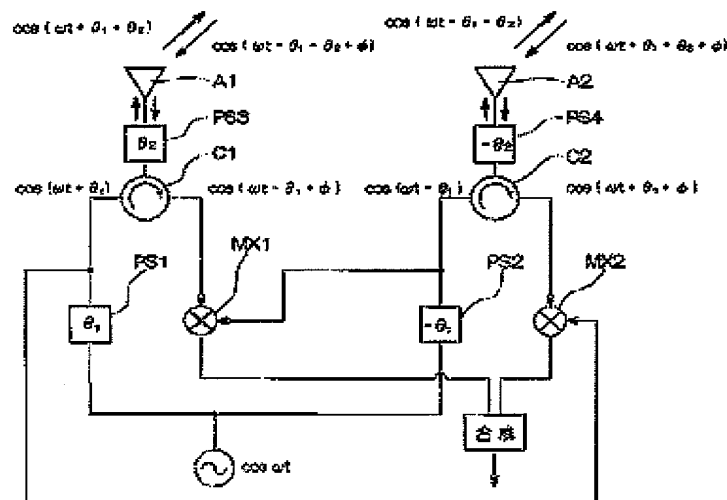
【図6】



【図8】



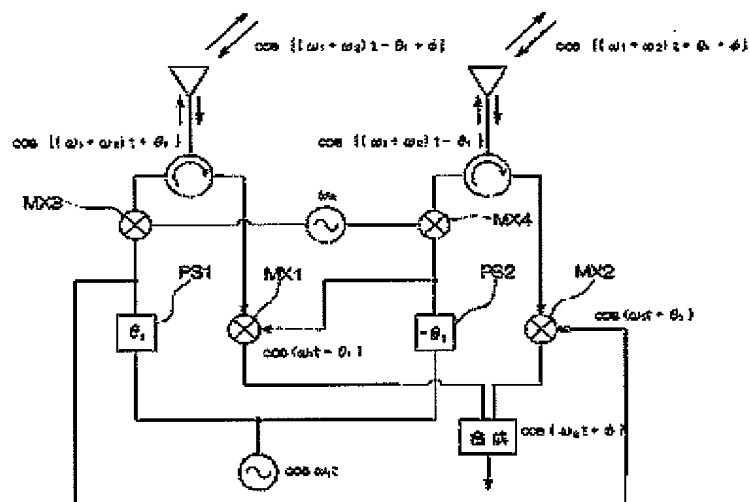
【図2】



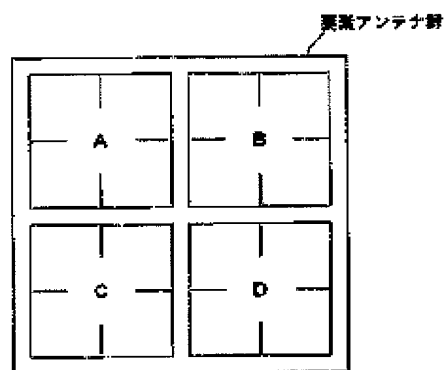
(9)

特開2000-4115

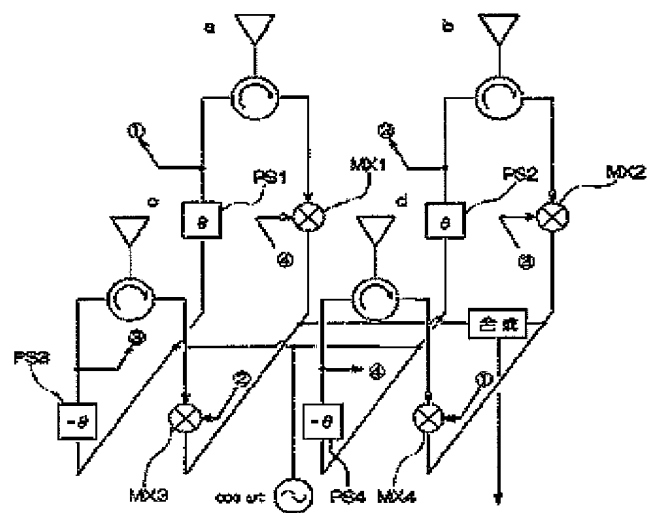
【図3】



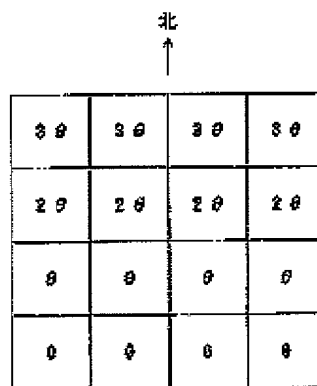
【図9】



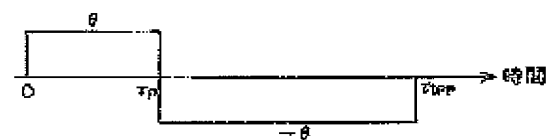
【図4】



【図10】



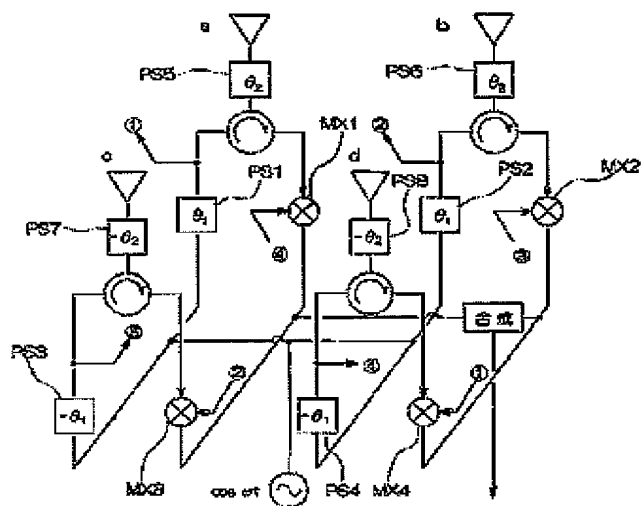
【図13】



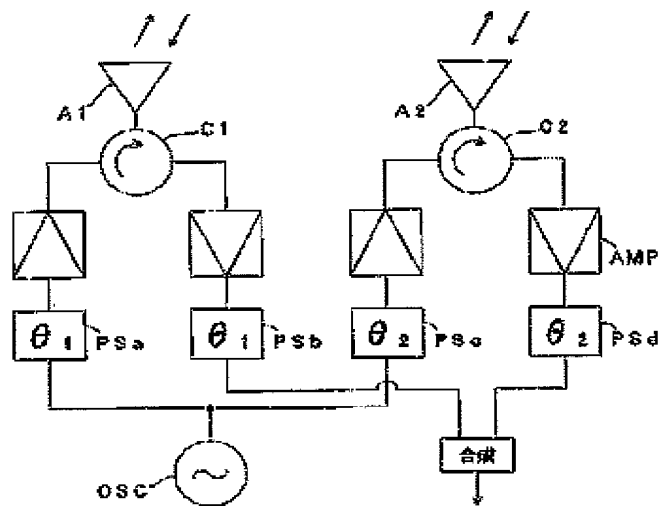
(10)

特開2000-4115

【図5】



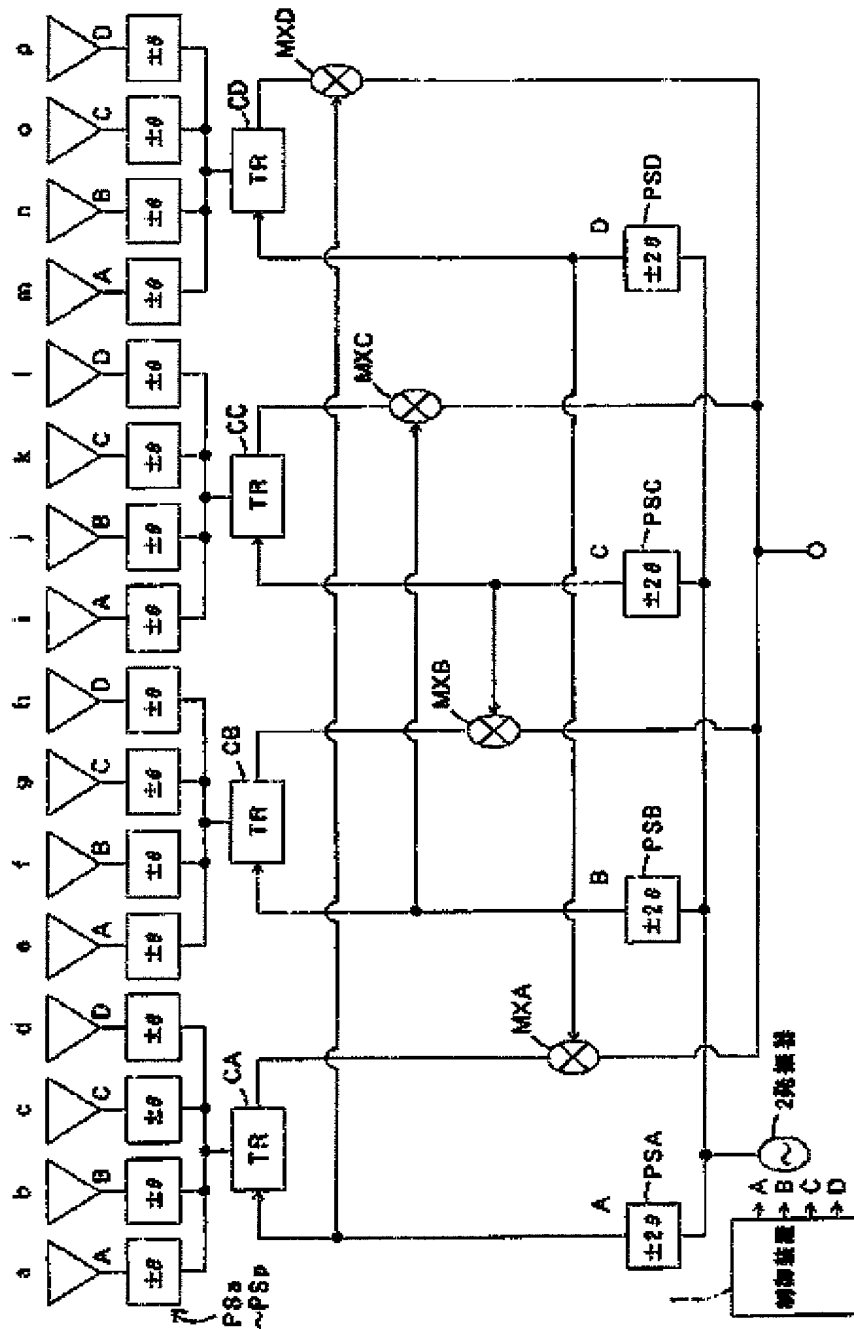
【図11】



(11)

特開2000-4115

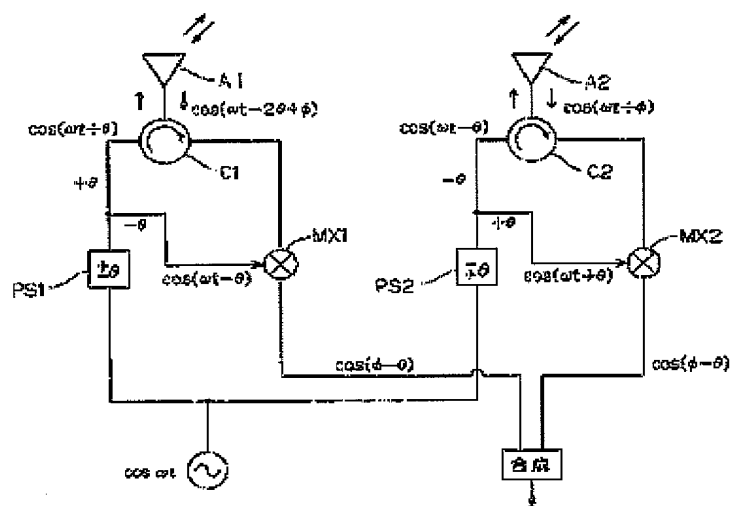
【図7】



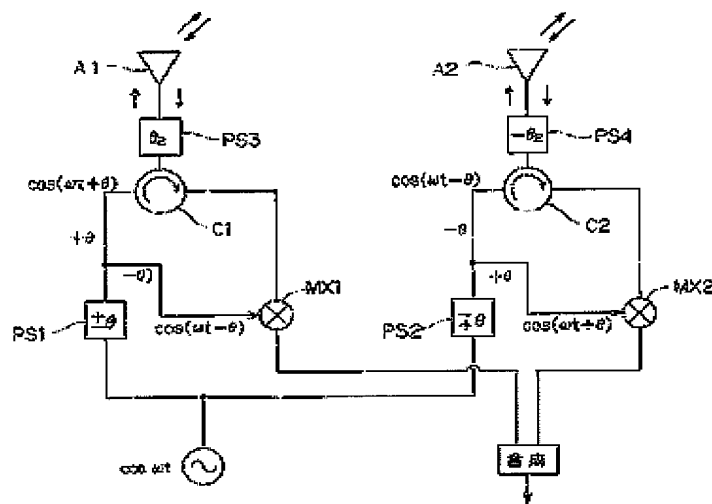
(12)

特開2000-4115

【図12】



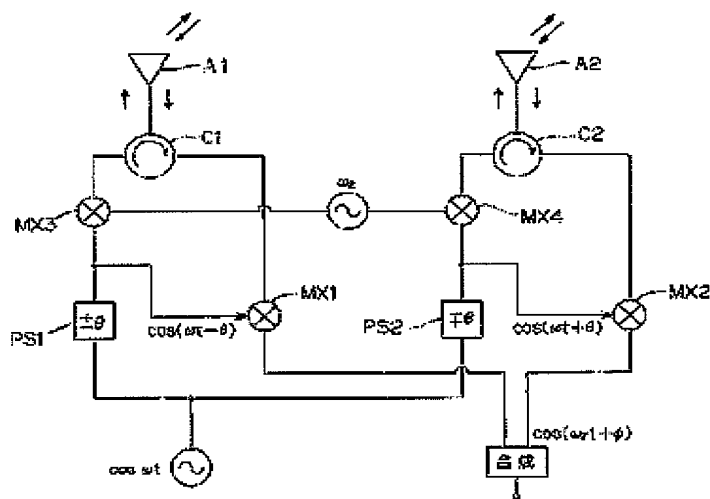
【図14】



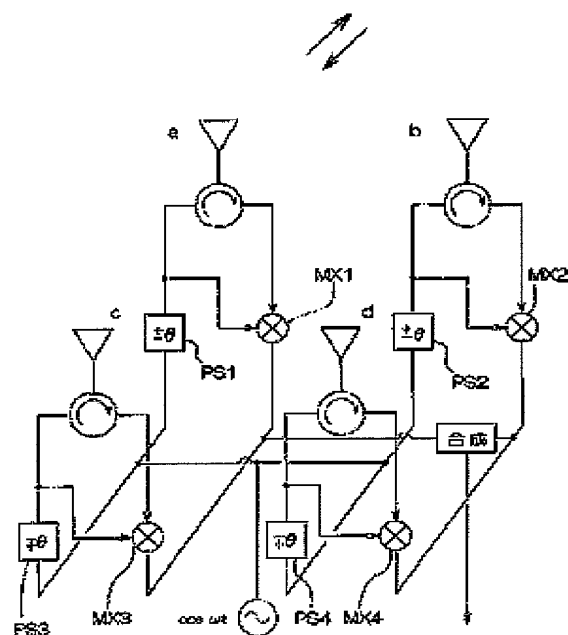
(13)

特開2000-4115

【図15】



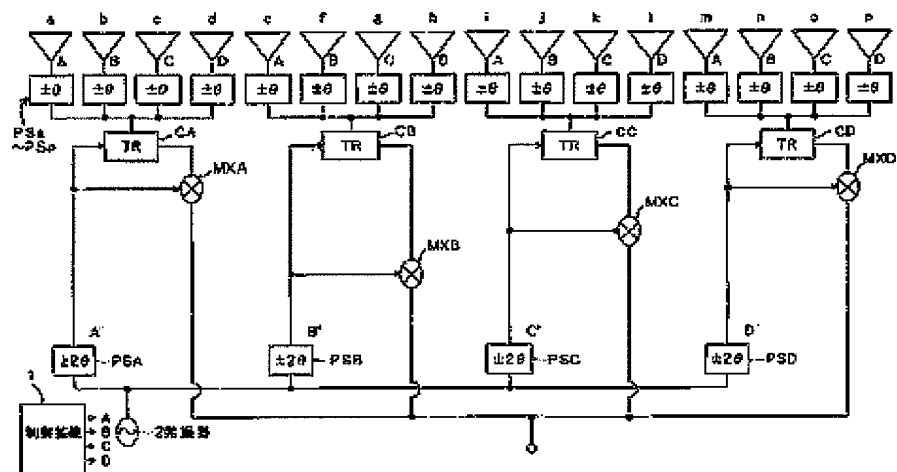
【図16】



(14)

特開2000-4115

【図17】



 フロントページの続き

(72)発明者 芝野 儀三
 大阪府豊能郡豊能町ときわ台3丁目5番の
 2